

**Centre de coopération internationale en recherche agronomique
pour le développement (Cirad)**

L'agronomie au Cirad pendant la période 2000-2006

Analyse et propositions

Marco Wopereis

Avril 2007, Montpellier, France

Sommaire

Sommaire	1
Synthèse	2
1- Introduction.....	5
2- L'agronomie : définition et objets de recherche	5
2.1- Historique.....	5
2.2- L'agronomie aujourd'hui et demain	6
3- Paysage actuel de l'agronomie au Cirad	9
3.1- Les ressources humaines.....	10
3.2- Les activités de recherche (analyse bibliographique)	13
3.3- Les activités d'expertise.....	24
4- Paysage de l'agronomie hors France	25
4.1- Wageningen	25
4.2- Les centres internationaux	25
5- Analyse de la demande en agronomie	27
6- Conclusion et propositions.....	28
Références bibliographiques	30
Annexe 1. Termes de référence de l'analyse de l'agronomie au Cirad.....	31
Contexte	31
Etapas	31
Résultats attendus.....	31
Annexe 2. Liste des revues utilisées par les agronomes du Cirad.....	32
Annexe 3. Exemples de méthodes, d'outils et de thématiques de recherche par objet de recherche	35

Synthèse

A la demande de la direction générale du Cirad, une analyse de l'agronomie au Cirad pendant la période 2000-2006 a été menée en prenant l'étude de Malézieux et Trébuil (2000) comme point de départ. Dans cette analyse, l'agronomie a été définie comme une discipline de synthèse et d'action qui intègre des connaissances issues d'autres disciplines pour stimuler un système d'innovation visant la production végétale, sa transformation et sa commercialisation, et la gestion durable des milieux. Quatre échelles « objets de recherche » ont été distingués : de la plante à la parcelle ; l'exploitation ; le territoire (incluant les interactions agriculture - élevage) ; la filière (production, transformation, commercialisation). L'agronome intervient à ces différentes échelles par des diagnostics, l'expérimentation, le renforcement des partenariats pour un processus d'innovation durable, et par le suivi, l'évaluation et la diffusion. Ces interventions mobilisent des méthodes participatives, des recherches en partenariat et des approches systèmes, notamment la modélisation.

Cent soixante-trois chercheurs cadres sont actifs en tant qu'agronomes dans le domaine de « l'Agronomie, gestion de l'environnement et des ressources naturelles » (AGER). Environ 25 % d'entre eux avaient 55 ans ou plus en février 2007. Ces agronomes, dont 9 % sont des femmes, sont en majorité hors France métropole, avec un pourcentage important en Afrique (22 %) et dans les DOM (17 %). Ils s'occupent essentiellement de l'amélioration des systèmes de culture, du fonctionnement des sols cultivés, des exploitations et des couverts végétaux.

La production écrite des 191 agronomes du Cirad (163 agronomes AGER et 28 personnes hors AGER) a été analysée pour la période 2000-2006 à partir de la base de données Agritrop. Un total de 1 353 documents a été analysé, principalement à partir des résumés. Il ressort de cette analyse une très large dominance de l'échelle plante - parcelle. Les domaines d'intervention des agronomes se focalisent surtout sur l'expérimentation en milieu réel et sur les suivis et études de diagnostic. Les expérimentations en laboratoire sont moins nombreuses mais plus facilement publiées. Très peu de documents de synthèse et de stratégie font l'objet de publications. Peu de documents font référence à des approches participatives : 7 % des documents et 1 % des articles de revues à facteur d'impact. L'utilisation des approches systèmes est plus fréquente : 20 % des documents et 37 % des articles de revues à facteur d'impact.

Les travaux des agronomes sont localisés en majorité en Afrique centrale et en Afrique de l'Ouest, suivis par l'Asie du Sud-Est et La Réunion. Les meilleurs taux de publication, définis par le rapport « nombre d'articles / nombre de documents ≥ 30 % », sont réalisés en France métropole et en Guyane française. Les faibles taux de publication, définis par le rapport « nombre d'articles / nombre de documents < 10 % », sont réalisés en Nouvelle-Calédonie, Vanuatu, Martinique, Asie du Sud-Est, Afrique du Nord et Afrique de l'Ouest. Le taux de publication par agronome est très faible : 0,2 article par an en tant que premier auteur ou co-auteur. Cette analyse de la production écrite des agronomes du Cirad montre leurs points forts — l'agronomie au niveau de la parcelle, la connaissance du terrain, l'expertise technique, les partenariats — et leurs points faibles — un déséquilibre au niveau des échelles spatiales et des objets étudiés, une faible utilisation des approches participatives et une production écrite qui ne se traduit pas en publications dans les revues à facteurs d'impact.

Sur les 154 articles liés à l'agronomie publiés dans les revues à facteur d'impact, 48 ont une nature mono-disciplinaire et concernent la physiologie végétale et l'anatomie et la

morphologie des plantes. Les autres publications intègrent plusieurs disciplines et ont donc une nature véritablement agronomique.

Un petit nombre de chercheurs est à l'origine de l'essentiel de ces publications. Ces chercheurs ont en général entre 40 et 50 ans. Les huit agronomes les plus productifs, dont cinq hors France métropole, ont publié chacun 9 publications et plus en tant que premier auteur ou co-auteur. Ils invoquent les raisons suivantes, par ordre d'importance décroissante : l'environnement scientifique (infrastructure, encadrement d'étudiants...), l'approche scientifique en général, la formation reçue durant la thèse par l'encadreur, la forte implication dans les partenariats nationaux et internationaux, un thème scientifique important.

La base de données Agritrop ne permet pas une analyse d'activités d'expertise. Toutefois, 126 documents (surtout des rapports de mission) reflètent une activité d'expertise.

Une analyse rapide a été faite du paysage de l'agronomie à l'étranger. A Wageningen, l'agronomie tropicale se focalise surtout sur les objets exploitation, territoire et filière, avec des projets en Asie, Amérique latine, Afrique australe et Afrique de l'Est. Du côté des centres internationaux, surtout pour les centres travaillant sur la gestion des ressources naturelles, des efforts sont faits pour que la recherche passe du niveau de la parcelle vers une échelle plus englobante. Les centres ayant un mandat sur des cultures travaillent encore plus au niveau de la parcelle, mais avec un accent de plus en plus prononcé sur les aspects filière.

A l'avenir, la demande pour l'agronomie se focalisera sur l'augmentation de la productivité des facteurs limitants (terre, eau, main-d'œuvre, nutriments...), la transformation des produits primaires et la qualité dans les filières, tout en maintenant, voire en améliorant, la qualité des ressources naturelles. L'agronomie d'aujourd'hui et de demain doit être flexible et capable de passer d'une échelle à l'autre (parcelle, exploitation, territoire, marchés) pour avoir une vue large sur les filières et l'impact de l'agriculture sur l'environnement. Elle doit aussi s'enrichir d'approches participatives et de techniques de négociation pour développer des réseaux d'expérimentateurs. La recherche agronomique jouera de plus en plus un rôle de facilitateur de systèmes d'innovation, en utilisant des modèles et des approches systèmes pour approfondir la connaissance et pour créer des méthodologies et des processus génériques.

Ces besoins ont été déjà largement reconnus pendant la conférence électronique organisée par le Cirad en 1999 (Malézieux et Trébuil, 2000). Cependant, au Cirad, pendant la période 2000-2006, les travaux d'agronomie sont restés largement à l'échelle plante - parcelle. Le Cirad devrait donc faire un effort pour retrouver un équilibre dans les objets de recherche. Les travaux aux échelles territoire et filière sont particulièrement concernés. Deux stratégies non exclusives sont envisageables : (1) un renforcement de ces capacités au sein du Cirad par des formations ou recrutements, (2) un renforcement en se rapprochant des équipes de recherche nationales et internationales ayant plus d'expérience dans la recherche sur ces objets de recherche (Wageningen, GCRAI...) et en consolidant les points forts de l'agronomie au Cirad (agronomie parcelle, connaissance terrain, partenariats, connaissance technique).

Dans le cadre de la première stratégie de renforcement des capacités internes du Cirad, il est recommandé de recruter des agronomes ayant : (i) une expérience dans les domaines de l'évaluation des impacts environnementaux de systèmes agricoles et de la modélisation de la dynamique des ressources (eau, nutriments, polluants) dans l'espace et dans le temps dans des systèmes agricoles ; (ii) une expérience dans les domaines des approches participatives, des techniques de négociation et des approches systèmes, et une sensibilité certaine dans les domaines des marchés et des filières pour véritablement animer des processus d'innovation. Des formations ou séminaires de discussions sur les approches participatives et l'utilisation de la modélisation sont également recommandés.

Cependant, il restera toujours un très grand besoin pour l'agronomie au niveau de la parcelle. Toutefois, cette agronomie doit être focalisée sur de nouveaux défis, comme : l'intensification écologique des cultures à faible niveau d'intrants tout en minimisant les besoins en main-d'œuvre ; l'utilisation plus efficace des ressources dans le cas des cultures déjà intensifiées pour améliorer ou maintenir la qualité des ressources naturelles, pour augmenter la compétitivité des systèmes agricoles ; l'adaptation du mode de conduite des cultures à des changements climatiques, aux besoins énergétiques et aux cultures génétiquement modifiées. Ces nouveaux défis impliqueront des changements en termes de gestion de la culture et de systèmes de culture. Une importante mobilisation des approches systèmes sera nécessaire (modélisation et approches statistiques). Les liens avec l'écologie devraient aussi être renforcés pour mieux utiliser le sol et réduire la dépendance vis-à-vis de l'apport d'intrants. Dans les pays en voie de développement et surtout en Afrique, l'intensification dite écologique devra être focalisée sur les synergies entre les fonctions biologiques de l'écosystème et les intrants externes, notamment les engrais minéraux.

Dans le cadre de la seconde stratégie, pour consolider la force du Cirad au niveau parcelle, il est recommandé de recruter des agronomes ayant des connaissances pluridisciplinaires, notamment en écologie, et une expérience des approches participatives et des approches systèmes pour la conception et l'évaluation des modes de gestion et des systèmes de culture répondant aux nouveaux défis cités plus haut.

Dans tous les cas, il est primordial de placer les nouveaux recrutés dans un bon environnement scientifique, dans un centre international ou avec un appui scientifique régulier de haut niveau, et à proximité du terrain — l'agronomie est une discipline d'action !

1- Introduction

Avec une population de 262 cadres et non-cadres¹, l'agronomie est une discipline importante au Cirad. Mais elle est globalement « vieille » : 25 % de ces personnes ont 55 ans ou plus en septembre 2006 et devront donc cesser leur activité dans les prochaines années.

C'est dans ce contexte que la direction générale du Cirad a demandé une analyse sur l'agronomie au Cirad, dans l'objectif d'identifier les besoins de renouvellement de cette force « agronomique », en prenant le document de Malézieux et Trébuil (2000) comme point de départ. L'**annexe 1** détaille les termes de référence de l'analyse présentée ici.

Les personnes contactées ont été principalement : Alain Capillon, Eric Malézieux, Robert Habib, Hubert Manichon, Patrick Dugué. Je tiens à remercier Nicole Fautrat pour les analyses faites avec le logiciel Atlantis, Marie-Christine Lambert pour avoir fourni les bases de données bibliographiques et Etienne Hainzelin pour ses conseils et sa lecture attentive des différents textes provisoires.

2- L'agronomie : définition et objets de recherche

En langue française, l'agronomie au sens large peut désigner une partie ou la totalité des sciences appliquées à l'agriculture. C'est le sens par exemple du 'a' des acronymes Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), Ensa (Ecole nationale supérieure agronomique), Inra (Institut national de la recherche agronomique) et INA-PG (Institut national agronomique Paris-Grignon).

L'agronomie *sensu stricto* a été définie comme une écologie appliquée aux écosystèmes cultivés (Malézieux et Trébuil, 2000, citant Hénin *et al.*, 1969 et Manichon, 1996). Elle étudie les rapports entre le milieu et les peuplements cultivés, sous l'action des techniques appliquées par les producteurs. Elle ne considère pas seulement les techniques, mais les pratiques, c'est-à-dire les techniques mises en œuvre par les producteurs dans un contexte économique et social défini par un jeu de contraintes, d'opportunités et d'objectifs à atteindre (Malézieux et Trébuil, 2000).

Dans l'analyse présentée ici, la définition de l'agronomie est plus large : elle est vue comme une discipline de synthèse et d'action qui intègre des connaissances issues d'autres disciplines pour stimuler un système d'innovation visant la production végétale, sa transformation et sa commercialisation et la gestion durable des milieux.

2.1- Historique

Historiquement, il existe de fortes interactions entre l'agronomie et les disciplines biophysiques comme la science du sol, la physiologie, la protection des cultures, l'amélioration variétale et, plus récemment, avec l'écologie et les sciences sociales. Le champ est souvent considéré, surtout selon l'école française, comme premier objet d'étude pour l'agronomie (Doré, 2006, dans l'ouvrage *L'agronomie aujourd'hui*). Ce champ est considéré à la fois comme objet physique et comme objet d'application d'un raisonnement, celui d'actions de l'homme. Le champ cultivé est étudié en interaction avec d'autres systèmes dans le temps — par exemple stades de croissance pour la culture, cycles des prédateurs, saisons pour les rotations, années ou décennies pour la matière organique dans les sols... — et dans

¹ Situation de septembre 2006, source : Michel Arnaud, 2006. Plan de Formation Cirad 2007. (Plan utilisant le logiciel Pandore.)

l'espace — par exemple en amont l'organe d'une plante, la plante, le peuplement d'une parcelle, et en aval un ensemble de parcelles, l'exploitation agricole, le bassin versant, le terroir...

Manichon (1996) et Malézieux et Trébuil (2000) ont défini trois domaines de recherche agronomique complémentaires qui structurent la démarche de l'agronomie au Cirad :

1. l'évolution des états du milieu au sein des écosystèmes cultivés ;
2. le fonctionnement des peuplements végétaux au sein des écosystèmes cultivés ;
3. la gestion des écosystèmes cultivés.

Le premier domaine se focalise sur l'évaluation de la durabilité des écosystèmes cultivés, qui doit être appréhendée à différentes échelles de temps et d'espace. Le profil cultural constitue une variable privilégiée à l'échelle du champ cultivé. Ce premier domaine de recherche est centré sur les états du milieu et surtout sur la qualité du sol.

Le deuxième domaine vise le développement d'itinéraires techniques les mieux adaptés aux systèmes de culture et aux contraintes du milieu. Il est nécessaire de comprendre les interactions entre états du milieu et états du peuplement au cours de son processus de croissance et de développement. Comprendre le fonctionnement des peuplements végétaux cultivés et l'élaboration du rendement en réponse au milieu constitue donc un objectif prioritaire de l'agronome (Malézieux et Trébuil, 2000, citant Combe et Picard, 1994). Le peuplement végétal constitue donc l'objet principal de ce domaine de recherche.

Le troisième domaine concerne l'identification, la caractérisation et l'amélioration des règles de décision qui régissent la construction des itinéraires techniques, le choix des systèmes de culture et le fonctionnement global des exploitations agricoles familiales. Il est important de prendre en compte les relations entre des acteurs multiples, à l'intérieur et à l'extérieur des unités de production, selon des dynamiques de mise en valeur collective d'espace ou en fonction des contraintes d'une filière de production. Pris dans leur diversité régionale, les agents et leurs pratiques, dont l'agronome vise à accompagner les changements, constituent l'objet de ce troisième domaine de recherche.

De ces trois domaines scientifiques, il ressort que le champ cultivé et la dominance des aspects biophysiques (sol, plante, climat) et techniques (choix des systèmes de cultures, itinéraires techniques, règles de décision) ont une place centrale et que les aspects socio-économiques (présents dans le troisième domaine mais surtout focalisés sur le fonctionnement de l'exploitation) ont une place relativement peu importante. Cette place centrale de la parcelle est fortement liée à la longue histoire de l'agronomie, qui demandait essentiellement à l'agriculture de produire.

2.2- L'agronomie aujourd'hui et demain

L'agronomie de demain, selon Chevassus-au-Louis (2006), est une agronomie intégrale bâtie autour de deux piliers :

1. la construction d'une nouvelle démarche de production de connaissances et d'innovations, interactive avec la société :
 - a. qui s'appuie à la fois sur la démarche scientifique des experts et sur les expériences empiriques des profanes (connaissance endogène) et, surtout, sur des interactions fortes entre ces deux modes de connaissance ;

- b. qui passe d'une vision linéaire et séquentielle à une vision d'un système dans lequel la description, la compréhension et la gestion se développent simultanément et de manière interactive ;
- 2. la construction d'une triple alliance entre sciences agronomiques, sciences sociales et sciences écologiques :
 - a. qui intègre les concepts de l'écologie pour construire une révolution agronomique *doublement verte* ;
 - b. qui s'appuie sur une construction locale en intégrant la diversité des contextes économiques, écologiques, sociaux et culturels.

La première construction est un plaidoyer pour un changement de la façon de travailler, en s'appuyant plus sur la connaissance endogène et en évitant les approches linéaires. La nécessité d'un tel changement d'approche est maintenant bien reconnue (The World Bank, 2006). Après une recherche, dans les années 1960 et 1970, qui visait surtout l'augmentation de la production dans des environnements favorables (révolution verte), d'autres questions de recherche sont aujourd'hui posées et demandent des approches beaucoup plus participatives qu'un simple transfert de technologie : multifonctionnalité des ressources, protection de l'environnement, agriculture dans des zones défavorables, qualité et transformation des produits agricoles... Cette recherche a donné naissance à une multitude d'approches dites participatives ou de recherche-action en partenariat (par exemple, en anglais : *participatory rural appraisal, farmer participatory research, participatory technology development, participatory action research, participatory learning and action, gender and stakeholder analysis, community-based natural resources management, sustainable livelihoods approach...*).

C'est aussi un plaidoyer pour intégrer les concepts de l'écologie dans l'objectif de construire localement une révolution agronomique doublement verte, en intégrant la diversité des contextes économiques, écologiques, sociaux et culturels. L'agronomie connaît déjà beaucoup d'exemples d'une intégration des connaissances écologiques, surtout dans le domaine de la gestion intégrée des déprédateurs (*Integrated Pest Management*) et de la gestion intégrée de la fertilité des sols (agriculture de conservation, utilisation combinée des engrais minéraux et des amendements organiques...). Mais une meilleure intégration des deux disciplines est indispensable. Il s'agit d'une combinaison de techniques de culture respectant et utilisant l'activité biologique au sein du sol et du peuplement végétal et visant le double objectif de la production, en quantité et en qualité, et du respect de l'environnement. Cet ensemble de techniques comporte toujours le recours raisonné aux produits de traitement chimiques et aux engrais minéraux. Le raisonnement de ces pratiques tient compte de l'état biologique du système sol – plante – atmosphère et des possibilités de régulation en son sein (Capillon, 2007).

Cependant, ces deux piliers ne reconnaissent pas explicitement le besoin de regarder au delà de la parcelle et un troisième pilier s'impose : le changement d'échelle pour faire face aux questions d'environnement et aux questions des chaînes de valeur dans les filières de production végétale.

En Europe, dans les pays émergents comme la Chine, l'Inde, le Brésil, et aussi dans des pays moins avancés sur la voie de développement, les problématiques d'environnement demandent une intégration de la parcelle dans d'autres échelles spatiales : exploitation, territoire, bassin versant... En Asie et dans le Pacifique, l'industrialisation et l'urbanisation impliquent que l'agriculture devienne plus productive par unité d'eau, par unité de terre et par journée de travail, tout en diminuant la pollution de l'environnement. Dans les zones sèches africaines,

une production accrue et durable passe par des mesures de conservation de l'eau et du sol, un choix variétal adapté et une gestion de la fertilité au niveau de l'exploitation agricole, notamment par une meilleure intégration entre agriculture et élevage. Ces besoins demandent :

- une connaissance profonde de la multifonctionnalité des ressources naturelles et de la complémentarité, de la concurrence et des conflits entre ses utilisateurs ;
- une analyse quantitative des processus de transfert de matières et de polluants entre les champs et le bassin versant ou les champs et le territoire ;
- une évaluation des impacts environnementaux des systèmes agricoles en général (par exemple en utilisant des méthodes d'analyse de cycle de vie).

Avec la libéralisation des marchés et la mondialisation, ce n'est plus la production qui compte mais plutôt la compétitivité des activités agricoles, les coûts de production, les possibilités de gagner une valeur ajoutée en transformant les matériaux primaires, la promotion des produits locaux et la qualité des produits. Ces aspects demandent une ouverture du champ d'investigation de l'agronomie vers la filière de production et une implication de tous les acteurs concernés pour développer des *clusters* compétitifs allant des marchés d'intrants à la production, la transformation et la commercialisation (Fairbanks et Lindsay, 1997 ; Maatman *et al.*, 2007).

Dans la conférence électronique organisée en 1999 par la délégation scientifique du Cirad Agronomie, gestion de l'environnement et des ressources naturelles (AGER), certains intervenants avaient déjà prévu la nécessité d'aller au delà des trois objets définis dans les années 1990 et du rôle central de la parcelle (Malézieux et Trébuil, 2000) :

[...] Au delà des nécessaires travaux de diagnostics, les agronomes estiment aussi qu'il est important de développer les travaux du Cirad sur les processus de gestion collective de filières ou de ressources. Les formes d'organisation et d'aide à la décision et à la négociation entre acteurs doivent être développées au moyen de méthodes les impliquant directement, afin de faire émerger avec eux des alternatives à la gestion exclusive par les lois du marché. A ces niveaux d'organisation, la complexité croissante des systèmes et le déplacement fréquent des questions clés du domaine technique vers les problématiques socio-économiques conduisent de plus en plus les agronomes à se positionner en tant que facilitateurs de l'émergence d'arrangements innovants entre partenaires de plus en plus variés dont ils accompagneraient les projets et évolutions.

En conclusion, l'agronomie d'aujourd'hui et demain ne peut « se cantonner à l'échelle de la parcelle » (Le Bail *et al.*, 2006 dans l'ouvrage *L'agronomie aujourd'hui*) ; elle doit désormais élargir son champ d'investigation aux coordinations techniques entre les acteurs concernés par la qualité dans les filières de production et par la préservation des ressources naturelles. Le nombre d'objets de recherche de l'agronome d'aujourd'hui et demain est donc à redéfinir, et peut se résumer en quatre grands objets de recherche ou échelles spatiales :

1. plante - parcelle, lieu d'interaction entre la plante ou l'arbre, le peuplement et le milieu cultivé. Processus biophysiques liés à l'écophysiologie, protection des plantes, biologie du sol, fonctions de transfert vers les compartiments sol, air et eau, systèmes de culture et interaction avec les productions animales (pâturage, épandage). Ce niveau spatial couvre aussi les transformations des déchets ou effluents hors sol ;
2. l'exploitation, ensemble de sous-systèmes (végétatif, animaux...). Unité de décision, stratégies et règles de gestion et d'organisation ;

3. le territoire, lieu d'interaction entre unités de production (flux de matières et polluants, espèces envahissantes) et unité physique intégrant des processus de transfert (espaces communautaires, village, bassin versant, périmètre irrigué), incluant l'interaction agriculture - élevage et des niveaux d'organisation de l'environnement ;
4. la filière et la construction des chaînes de valeur, les marchés locaux et régionaux. Lieu d'interaction entre les unités de production, unités de transformation et commercialisation, construction des chaînes de valeur.

Cette définition rejoint en grande partie celle de Sebillotte (2006), en ajoutant un objet : la filière et la construction des chaînes de valeur. Caron (2005) présente quatre voies de prise en compte du territoire par les agronomes, en allant des approches s'appuyant surtout sur des sciences biophysiques aux approches plus intégrées s'adossant aux sciences humaines, en particulier à la géographie.

L'agronomie est une discipline d'action qui stimule un processus d'innovation. Plus que jamais, l'innovation devrait être considérée comme un processus sociotechnique mis en œuvre par les agriculteurs et d'autres acteurs avec l'appui ou non des agents extérieurs (Dugué *et al.*, 2004). Les agronomes disposent de quatre types d'interventions complémentaires et itératives pour accompagner les processus d'innovation :

- diagnostic. Analyse des pratiques et des décisions des acteurs ; analyse des forces, faiblesses, opportunités, menaces ; définition des problématiques ;
- expérimentation. Analyses *ex-ante* et co-conception des inventions (techniques, organisationnelles, institutionnelles...) ;
- renforcement du partenariat pour un processus d'innovation durable (accès au crédit, formation, mis en place de services...) ;
- suivi, évaluation, analyses *ex-post* et diffusion (*scaling-up* et *out*).

Les agronomes doivent donc nécessairement travailler avec des chercheurs d'autres disciplines et surtout avec les producteurs, commerçants, etc. et pour cela mobiliser des méthodes participatives, des méthodes de recherche en partenariat (Dugué *et al.*, 2004). Le diagnostic, la conception des inventions, les analyses *ex-ante* et *ex-post* et le suivi et l'évaluation peuvent être facilités par l'utilisation des approches systèmes, notamment la modélisation.

3- Paysage actuel de l'agronomie au Cirad

Le paysage actuel de l'agronomie au Cirad est décrit par un panorama des ressources humaines impliquées dans cette discipline et leurs activités liées à la production scientifique et l'expertise. Le logiciel Atlantis a été utilisé pour établir ce panorama. D'autres activités, comme la formation, la construction des partenariats et le montage et la gestion n'ont pas été considérées. Pour la production écrite des agronomes, la base de données Agritrop a été consultée. L'analyse bibliographique qui suit est donc une réflexion à l'issue de cette consultation à une date donnée. Elle n'est donc pas exhaustive car il existe sans doute des documents et des publications qui n'ont pas été enregistrés dans cette base de données. Il était, d'ailleurs, difficile de se former une opinion de l'ampleur et de la nature des activités d'expertise à partir d'Agritrop (voir la partie 4.3- *Les activités d'expertise*).

3.1- Les ressources humaines

Selon la base de données Atlantis, consultée en février 2007, environ 22 % des cadres du Cirad se retrouvent dans le champ disciplinaire AGER (**figure 1**).

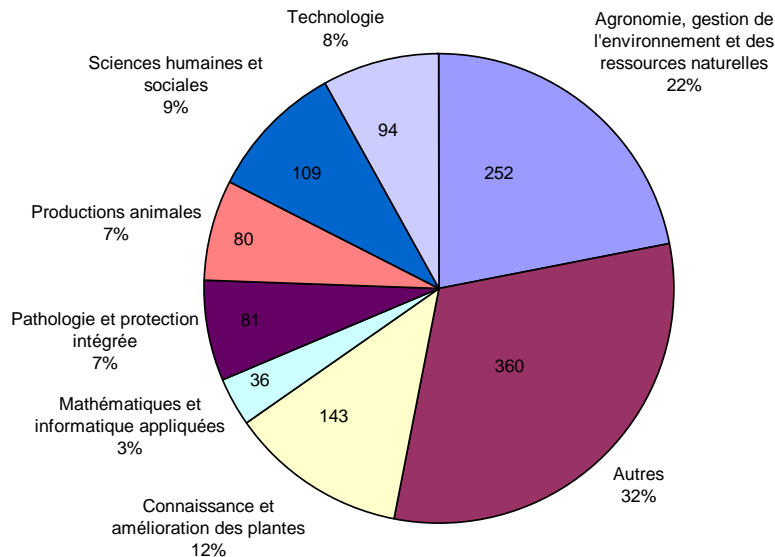


Figure 1. Répartition des cadres du Cirad par champ disciplinaire. Extraction de la base de données Atlantis le 02 février 2007.

Selon cette base de données Atlantis, 163 chercheurs dans le champ disciplinaire AGER mentionnent l'agronomie comme un de leurs trois disciplines. Dans cette analyse, nous les considérons comme agronomes. Environ 25 % de ces agronomes (49 personnes) avaient 55 ans ou plus en février 2007 et sont aussi relativement anciens au Cirad (**figures 2, 3**). Les agronomes sont basés en majorité hors France métropole (ou Europe occidentale), avec un pourcentage important en Afrique (22 %) et dans les DOM (**figure 4**). Ces pourcentages ne changent guère pour les agronomes ayant 55 ans ou plus. Seulement 9 % des agronomes sont des femmes.

Six agronomes au Cirad sont en possession d'une HDR dans des domaines liés à l'agronomie, comme la physiologie, la géographie et la biologie. En France, l'agronomie est enseignée à l'Institut national agronomique Paris-Grignon, à Montpellier SupAgro, à l'Ecole nationale supérieure agronomique de Rennes (relevant de la tutelle du ministère chargé de l'agriculture), à l'Ecole nationale supérieure agronomique de Toulouse et l'Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires de Nancy (relevant de la tutelle du ministre chargé de l'enseignement supérieur). Obtenir une HDR en agronomie en France est uniquement possible au niveau des universités à Toulouse et surtout à Nancy.

Les agronomes s'occupent majoritairement de l'amélioration des systèmes de culture et du fonctionnement des sols cultivés, des exploitations et des couverts végétaux (**figure 5**).

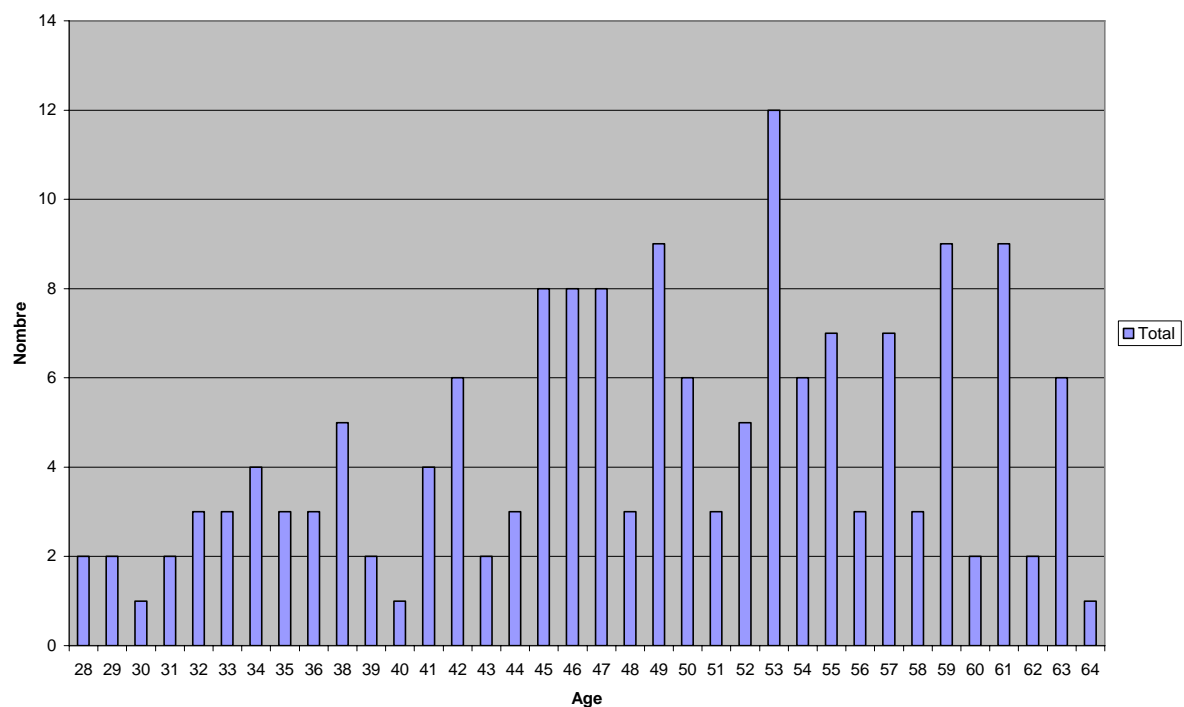


Figure 2. Age des agronomes « AGER ». Extraction de la base de données Atlantis le 02 février 2007.

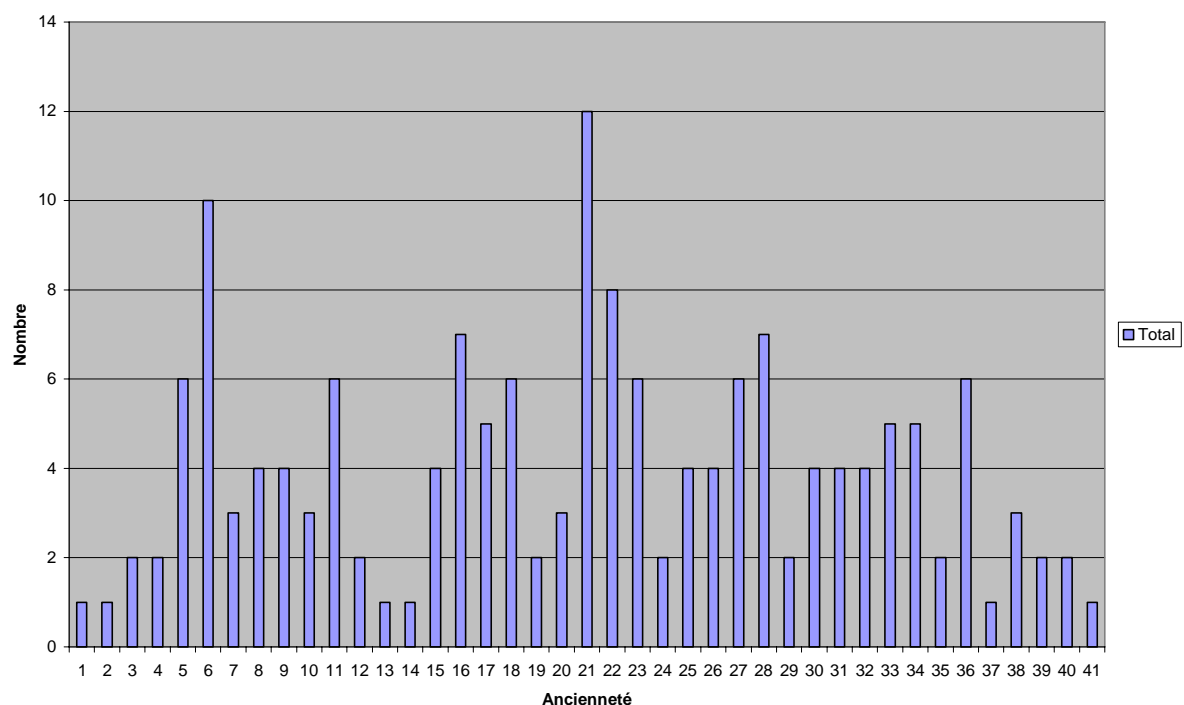


Figure 3. Ancienneté des agronomes « AGER ». Extraction de la base de données Atlantis le 02 février 2007.

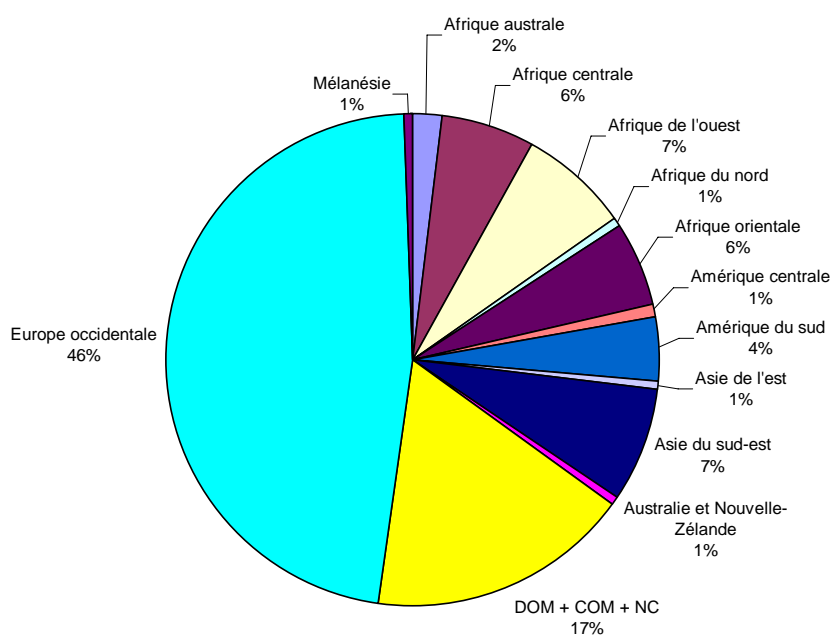


Figure 4. Régions d'affectation des agronomes « AGER ». Extraction de la base de données Atlantis le 02 février 2007.

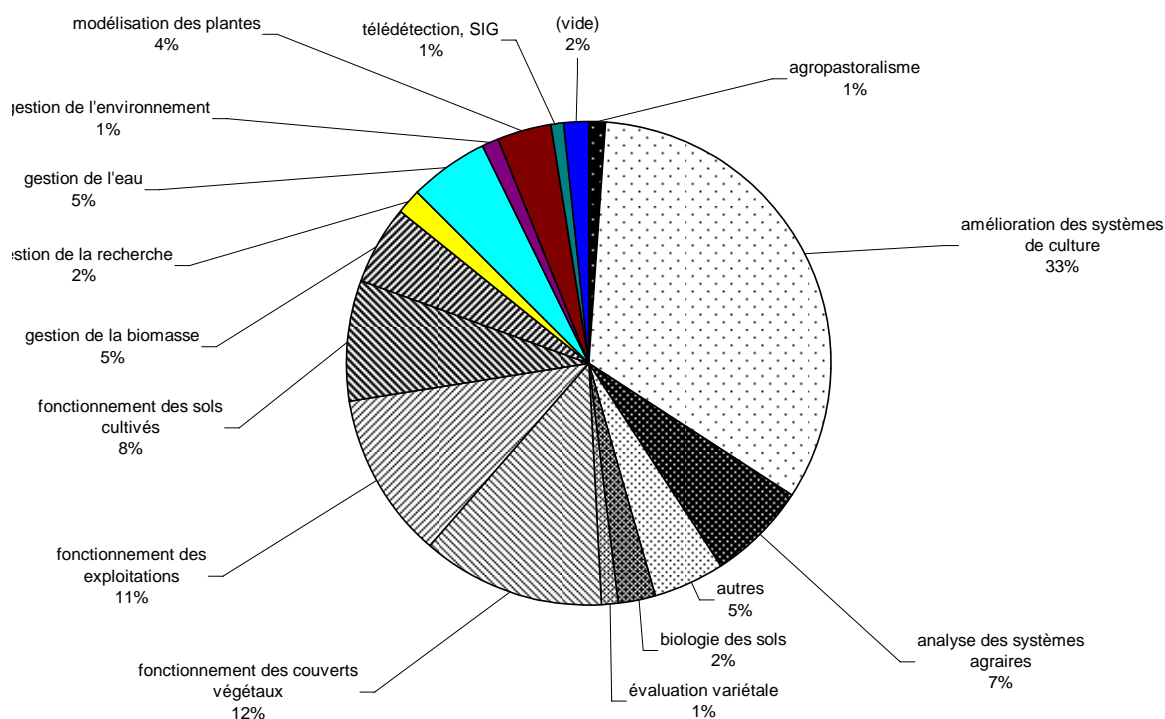


Figure 5. Diversité des activités des agronomes « AGER ».

Le **tableau 1** donne la distribution des agronomes AGER (163 personnes) dans les unités de recherche du Cirad.

Tableau 1. Distribution des agronomes « AGER » dans les unités du Cirad.

Unités	Nombre d'agronomes	Unités	Nombre d'agronomes
Cirad flhor-dir	1	UPR Multiplication végétative	2
Cirad forêt-dir	1	UPR Peuplements de riz	1
Cirad sg-direction régionale Ile de France	4	UPR Politiques et marchés	1
UMR AMAP	4	UPR Production fruitière	9
UMR LSTM	3	UPR Qualité du coton	1
UMR SYSTEM	9	UPR Qualité produits pérennes	4
UPR Agriculteurs et innovations	9	UPR Recyclage et risque	6
UPR Agrobiodiversité en savane	1	UPR Ressources forestières	3
UPR Bioagresseurs de pérennes	1	UPR Spatialisation	1
UPR Couverts permanents	12	UPR Systèmes bananes et ananas	10
UPR Dynamique forestière	3	UPR Systèmes cannières	10
UPR Ecosystèmes de plantations	7	UPR Systèmes cotonniers	4
UPR Faune sauvage	1	UPR Systèmes de pérennes	18
UPR Génétique forestière	2	UPR Systèmes d'élevage	3
UPR Génétique palmier	2	UPR Territoire et information	1
UPR Gestion de l'eau	11	URP Forêts et Biodiversité	2
UPR GREEN	2	URP Pastoralisme	1
UPR Horticulture	5	URP SCRID	1
UPR Modélisation intégrative	3	US Analyses	4
Total général : 163			

3.2- Les activités de recherche (analyse bibliographique)

La base de données Agritrop a été consultée le 14 février 2007 pour extraire les documents produits pendant la période 2000-2006 (soit 7 ans) par les cadres du Cirad qui ont mentionné l'agronomie comme une de leurs disciplines dans la base de données Atlantis : cela représente 191 personnes, c'est-à-dire les 163 personnes AGER et 28 personnes hors AGER. La base de données originale est ainsi constituée de 2 938 références. Les types de documents sont indiqués dans le **tableau 2**. Les articles publiés dans des revues à facteur d'impact représentent 7 % de ces documents.

Les agronomes produisent 300 à 450 documents par an. Pour 2006, la production est peut-être encore sous-estimée. Une amélioration se manifeste au niveau des articles dans les revues à facteur d'impact, avec 42 articles en 2006 (**tableau 3**).

Tableau 2. Types de documents publiés par les agronomes du Cirad (base de données originale contenant 2 938 références, période 2000-2006). Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Type de document	Nombre	% total
<i>Publications</i>		
Actes	27	1
Article de périodique	284	10
Article de périodique publié dans une revue à facteur d'impact	204	7
Chapitre d'ouvrage	203	7
Communication	1051	36
Ouvrage	46	2
<i>Rapports et documents</i>		
Chapitre de rapport	133	5
Compte-rendu de réunion	31	1
Document de synthèse	101	3
Document technique	156	5
Rapport d'activités	94	3
Rapport de mission	540	18
Rapport non spécifique	17	1
Synthèse de congrès	11	0
Travaux d'étudiants	25	1
Autres	14	1
Total général	2 938	100

Tableau 3. Nombre de documents et nombre d'articles dans les revues à facteur d'impact (période 2000-2006). Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Année	Nombre de documents	Nombre d'articles dans les revues à facteur d'impact
2000	382	24
2001	412	29
2002	451	20
2003	466	26
2004	445	31
2005	372	32
2006	308	42
Total	2 836	204

Seuls les documents avec résumé ont été analysés. Les documents ayant aucun ou peu de lien avec l'agronomie ont été exclus (par exemple : biologie moléculaire, nutrition animale, sélection variétale pure, forêts tropicales, politiques agricoles, nutrition animale...). Nous avons ainsi analysé à partir du résumé 1 353 documents traitant d'un sujet lié à l'agronomie (**tableau 4**). Seulement quelques documents ont été analysés plus en détail.

Tableau 4. Mode de traitement de la base de données originale.

Traitement des documents	Nombre de documents
Après suppression des doubles (par exemple même document en plusieurs langues)	2 836
Nombre de documents sans résumé	1 254
Nombre de documents avec résumé et analysés	1 582
Nombre de références non liées à l'agronomie	239
Nombre de références liées à l'agronomie avec résumé	1 353
Nombre d'articles de revues à facteur d'impact avec résumé	154

Les échelles spatiales considérées dans chaque document ont été identifiées. L'analyse montre une large dominance des documents considérant l'échelle plante - parcelle (**tableau 5**).

Tableau 5. Nombre de documents considérant une ou deux échelles spatiales. Tous les documents liés à l'agronomie ont été analysés (total : 1 353). Très peu de documents considèrent trois ou quatre échelles spatiales. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

	Plante - parcelle	Exploitation	Territoire	Filière - chaîne valeur
Plante - parcelle	823	51	46	7
Exploitation		249	69	14
Territoire			284	4
Filière - chaîne valeur				88

La même observation, encore plus prononcée, peut être faite en considérant uniquement les articles dans les revues à facteur d'impact (**tableau 6**). Les documents co-signés par des agronomes et traitant des filières concernent surtout des cultures industrielles comme la canne à sucre et le café. Il est certain que d'autres articles écrits par des chercheurs dans les sciences sociales existent aux échelles exploitation et filière. Cependant, cette analyse montre que les agronomes sont peu impliqués dans ces travaux. Il est aussi sans doute vrai que les travaux concernant les échelles plante - parcelle et territoire sont plus faciles à publier dans des revues classiques d'agronomie. Des revues renommées comme *Agronomy Journal* et *European Journal of Agronomy* visent surtout des thèmes relevant de la recherche biophysique et quasiment sur les mêmes sujets (notamment relations sol - plante, gestion et production des cultures, agroclimatologie et modélisation, qualité et post-récolte, systèmes de culture, agro-écosystèmes et environnement).

Tableau 6. Nombre d'articles dans les revues à facteur d'impact considérant une ou deux échelles spatiales. Tous les articles liés à l'agronomie ont été analysés (total : 154). Très peu d'articles considèrent trois ou quatre échelles spatiales. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

	Plante - parcelle	Exploitation	Territoire	Filière - chaîne valeur
Plante - parcelle	128	2	2	0
Exploitation		9	3	0
Territoire			19	0
Filière - chaîne valeur				2

Les études en milieu réel et les suivis et études de diagnostic sont dominants dans l'ensemble des documents et aussi pour les articles dans les revues à facteur d'impact. Le rapport « (nombre d'articles / nombre de documents) x 100 % » est un indicateur de la facilité à publier chaque type d'étude. Les expérimentations en laboratoire sont apparemment les plus faciles à publier. Les documents de synthèse et de stratégie ne se publient quasiment pas (**tableau 7**).

Les approches utilisées dans chaque document ont ensuite été analysées. Les approches participatives sont peu présentes, et quasiment absentes dans les articles de revues à facteur d'impact. Ceci pourrait indiquer (mais cela reste à vérifier) que les méthodes utilisées dans la recherche agronomique au Cirad sont souvent encore linéaires et les objectifs de recherche en grande partie déterminées par les chercheurs eux-mêmes. Il est aussi possible que les approches participatives soient tellement ancrées dans la réalité du terrain du Cirad qu'elles ne sont plus mentionnées dans les résumés. Cependant, il existe peu de documents qui présentent des travaux de renforcement des processus d'innovation (voir partie 2.2- *L'agronomie aujourd'hui et demain*).

Tableau 7. Types d'études abordées dans les documents liés à l'agronomie (total : 1 353) et dans les articles de revues à facteur d'impact liés à l'agronomie (total : 154). Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007. Le total des pourcentages peut dépasser 100 % car certains documents utilisent plusieurs types d'étude.

Type d'étude	Nombre de documents (a)	% sur total documents	Nombre d'articles (b)	% sur total articles	(b/a) x 100 %
Enquêtes, suivis, diagnostics	485	36	49	32	10
Expérimentation en laboratoire	54	4	19	12	35
Expérimentation en milieu réel	351	26	63	41	18
Expérimentation en station	98	7	19	12	19
Expérimentation virtuelle (simulation uniquement)	27	2	6	4	22
Document de stratégie	99	7	0	0	0
Document de synthèse	353	26	10	6	3

La modélisation est une approche qui est utilisée ou mentionnée dans 25 % des documents, un pourcentage qui reste le même en considérant les articles de revues à facteur d'impact (**tableau 8**). La diversité des modèles utilisés est intéressante. Le département des Cultures annuelles avait lancé une initiative pendant les journées de septembre de 2006 pour partager des démarches utilisant la modélisation dans le but de répondre à certaines questions posées par la recherche et le développement autour de l'évaluation et de la conception de systèmes de culture innovants. Une suite à cette initiative au niveau du Cirad (et surtout le département Persyst) serait souhaitable pour mieux partager les expériences, en termes de modélisation et pour définir une stratégie future du Cirad vis-à-vis du partage des outils et démarches, incluant la collaboration avec les approches biométriciennes (Rapidel *et al.*, 2006).

Les études utilisant les SIG et la télédétection ne se traduisent pas en publications à facteur d'impact (au moins par les agronomes impliqués). L'utilisation des approches statistiques est sans doute universelle, mais elles ont été mentionnées spécifiquement surtout dans les articles de revues à facteur d'impact.

Tableau 8. Types d'approches utilisées dans les documents (total : 1 352) et dans les articles de revues à facteur d'impact (total : 154) liés à l'agronomie. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007. Le total des pourcentages peut dépasser 100 % car certains documents utilisent plusieurs types d'approches.

Type d'approche participative ou système	Nombre de documents (a)	% sur total documents	Nombre d'articles (b)	% sur total articles	(b/a) x 100%
Approches participatives	90	7	1	1	1
Essais long termes	11	1	1	1	9
Modélisation architecturale	32	2	12	8	38
Modèles de culture (plante / sol)	85	6	27	17	32
Modèles d'environnement (carbone, hydrologie, érosion)	69	5	8	5	12
Modèles d'exploitation	40	3	5	3	13
Modélisation multiagents	4	0	1	1	25
Modèles de système de culture (plant / sol / bio-agresseurs)	17	1	5	3	29
Modèles <i>supply et demand</i> type MAGI	10	1	0	0	0
Modèles de peuplement végétal	20	1	6	4	30
Outils d'aide à la décision	79	6	3	2	4
Etudes comparatives	42	3	15	10	36
Prototypage	5	0	0	0	0
Télédétection spatiale, satellitale	6	0	0	0	0
Système d'information géographique	14	1	0	0	0
Analyses statistiques	32	2	7	5	22
Modélisation en général	236	17	57	37	24
Modélisation + outils d'aide à la décision	288	21	58	37	20

Concernant la localisation des travaux, l'Afrique centrale et l'Afrique de l'Ouest sont dominantes, suivies par l'Asie du Sud-Est et La Réunion. Les meilleurs taux de publication, définis par le rapport « articles / documents $\geq 30\%$ », sont réalisés en France métropole, en Europe et en Guyane française. De faibles taux de publication, définis par le rapport « articles / documents $< 10\%$ », sont réalisés en Nouvelle-Calédonie, Vanuatu, Martinique, Asie du Sud-Est, Afrique du Nord, Afrique de l'Ouest (**tableau 9**).

Tableau 9. Localisation des travaux par région. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007. Le total des pourcentages peut dépasser 100 % car certains documents considèrent plusieurs régions.

Région	Nombre de documents (a)	% sur total documents	Nombre d'articles (b)	% sur total articles	(b/a) x 100%
Afrique australe	49	4	5	3	10
Afrique centrale	199	15	20	13	10
Afrique de l'Est	10	1	2	1	20
Afrique de l'Ouest	266	20	23	15	9
Afrique du Nord	14	1	1	1	7
Afrique sub-saharienne	19	1	1	1	5
Amérique centrale	53	4	9	6	17
Amérique du Sud	113	8	17	11	15
Antilles	6	0	0	0	0
Asie du Sud-Est	179	13	14	9	8
COM/TOM : Mayotte + Comores	8	1	0	0	0
COM/TOM : Nouvelle-Calédonie	20	1	1	1	5
DOM : Guadeloupe	80	6	9	6	11
DOM : La Réunion	155	11	22	14	14
DOM : Martinique	24	2	1	1	4
DOM : Guyane française	27	2	8	5	30
France métropole + Europe	50	4	16	10	32
Mondial	152	11	16	10	11
Vanuatu	21	2	1	1	5

La nature des documents (générique ou local) a aussi été analysée. Les travaux conduits sur plusieurs sites ou pendant plusieurs saisons ont été considérés comme des travaux génériques. Des documents de synthèse ont été considérés génériques s'ils traitaient plus qu'une région. A peu près la moitié des documents a été qualifiée de générique. Toutes les publications à facteur d'impact ont été considérées comme génériques (**tableau 10**).

Les sujets traités dans les articles à facteur d'impact ont été analysés (**tableau 11**). On observe une dominance des articles mono-disciplinaires (physiologie, anatomie et morphologie des plantes : 48 articles, et une partie des articles sur la biologie des sols). A peu près une centaine d'articles intègrent plusieurs disciplines et ont une nature véritablement agronomique.

Tableau 10. Générique versus local. Analyse des documents extraits de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Type de travaux	Nombre de documents (a)	% sur total documents	Nombre d'articles (b)	% sur total articles	(b/a) x 100%
Générique	699	52	154	100	22
Local	645	48	0	0	0

Tableau 11. Analyse des sujets traités dans les articles à facteur d'impact (total 154 articles). Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Sujet	Nombre
Physiologie végétale (croissance, développement, nutrition, biochimie...)	28
Biologie des sols (et croissance des cultures)	22
Anatomie et morphologie des plantes	20
Productivité, durabilité, bilan des nutriments, gestion de la fertilité des sols	18
Dynamique de l'eau et des éléments associés au niveau territoire	9
Traitement des déchets	7
Adaptation du mode de conduite des cultures et séquestration de carbone, SOM	5
Génétique et amélioration variétale et agronomie (maladies, compétition...)	5
Adaptation du mode de conduite des cultures aux maladies / ravageurs	4
Document de synthèse - filière	4
Analyse de l'impact agronomique des cotons génétiquement modifiés	4
Etude de diagnostic des contraintes dans des systèmes de cultures (aspects biophysiques)	3
Exploitations agricoles et organisation	3
Chimie des sols	3
Physique des sols et flux d'eau dans le sol	3
Conceptualisation des nouveaux modes de culture	3
Adaptation du mode de conduite des cultures aux stress hydriques	2
Qualité des produits alimentaires	2
Herbicides et pollution de l'environnement	2
Salinité des sols et irrigation	1
Cultures intercalaires	1
Fertilisation et modélisation	1
Irrigation, économie de l'eau	1
Propagation des maladies des plantes	1
Espèces envahissantes	1
Gestion des ressources naturelles et communautaires	1

Quelques chercheurs produisent la plupart des publications. En effet, 124 chercheurs n'ont pas publié un article lié à l'agronomie dans la période 2000-2006 (**tableau 12**). Ce total tombe à 114 chercheurs pour toutes les publications confondues (**tableau 13**). Un chercheur est co-auteur pour 20 articles dans la même période. Quelques chercheurs ont réalisé au moins 5 articles en tant que premier auteur.

Tableau 12. Nombre de chercheurs ayant signé 0 à 16 articles de revues à facteur d'impact en tant que premier auteur ou co-auteur pendant la période 2000-2006, articles liées à l'agronomie. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Nombre d'articles	1 ^{er} auteur	1 ^{er} auteur ou co-auteur
0	159	124
1	15	29
2	9	8
3	3	5
4	3	13
5	1	3
6		1
7		
8		3
9	1	
10		1
11		
12		2
13		
14		1
15		
16		1
Total	191	191

Sur les 154 publications liées à l'agronomie, 68 articles ont comme premier auteur un agronome du Cirad ; 153 agronomes du Cirad ont contribué en tant que co-auteurs². Toutes publications confondues³, 90 articles ont comme premier auteur un agronome du Cirad et 182 agronomes du Cirad ont contribué en tant que co-auteurs. Le taux de publication par an, et en considérant seulement la première moitié de 2006 (une partie des publications sorties en 2006 n'ont sans doute pas encore été enregistrées dans la base de données Agritrop), ceci donne un taux de $(272 / 191) / 6,5 = 0,2$ article par chercheur par an en tant que premier auteur ou co-auteur (**tableau 14**).

² Certaines publications ont plusieurs auteurs du Cirad.

³ Un total de 196 articles de revues à facteur d'impact ; 8 publications n'ayant pas un résumé dans la base de données Agritrop n'ont pas été considérées.

Tableau 13. Nombre de chercheurs ayant signé 0 à 20 articles de revues à facteur d'impact en tant que premier auteur ou co-auteur pendant la période 2000-2006. Tous articles confondus. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Nombre d'articles	1 ^{er} auteur	1 ^{er} auteur ou co-auteur
0	154	114
1	14	34
2	10	9
3	6	5
4	4	13
5	1	3
6		2
7		
8	1	3
9	1	1
10		1
11		1
12		2
13		
14		2
15		
16		
17		
18		
19		
20		1
Total	191	191

Tableau 14. Contributions des agronomes du Cirad aux articles de revues à facteur d'impact considérant les articles liés à l'agronomie et tous articles confondus. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

	Articles liées à l'agronomie	Tous les articles
Contribution en tant que 1 ^{er} auteur	68	90
Contribution en tant que co-auteur	153	182
1 ^{er} auteur ou co-auteur	221	272

Les huit agronomes (dont un avec HDR) qui ont le plus publié (9 articles et plus en tant que premier auteur ou co-auteur ou plus, **tableau 13**) ont tous entre 41 et 49 ans, sauf un chercheur qui n'a que 36 ans. Trois d'entre eux sont en France, deux en Afrique (centres internationaux), un en Amérique latine, un à La Réunion et un en Nouvelle-Calédonie. Les raisons évoquées par ces chercheurs sont, par ordre d'importance décroissante :

1. (7 sur 8) environnement scientifique (infrastructure, encadrement d'étudiants et stagiaires, moyens financiers et disponibilité suffisants) ;
2. (4 sur 8) approche scientifique en général (même en faisant de la recherche appliquée, avoir en tête dès le début de vouloir obtenir une information plus générique et donc publiable) ;
3. (3 sur 8) formation reçue durant la thèse par l'encadreur ou un bon tuteur ;
4. (3 sur 8) forte implication dans les partenariats nationaux et internationaux ;
5. (3 sur 8) thème scientifique important ;
6. (2 sur 8) « publier est obligatoire » pour avoir des projets de recherche appliquée ;
7. (1 sur 8) investissement de temps très important ;
8. (1 sur 8) lire des articles scientifiques stimule l'écriture d'articles.

La proximité du terrain est vue comme un atout pour publier. La formation en rédaction scientifique n'a pas été mentionnée une seule fois comme raison. La bonne maîtrise d'anglais est considérée comme préférable mais pas indispensable car il existe d'excellents traducteurs scientifiques.

En conclusion, les chercheurs qui publient sont dans une équipe forte (dans une UMR ou un centre international, mais pas nécessairement !) avec une visibilité et des partenariats performants au moins au niveau national dans son domaine. Ces chercheurs sont pour la majorité hors France métropole. Ils ont entre 40 et 50 ans et assurent l'encadrement d'étudiants permettant d'augmenter la production scientifique.

Les agronomes les plus productifs en termes d'articles de revues à facteur d'impact se trouvent dans les UR Ecosystèmes de plantations et Recyclage et risque et dans les UMR System, LSTM et AMAP (**tableau 15**). Les articles ont été publiés dans une très grande diversité de revues. L'absence d'*Agronomy Journal* et le faible nombre de publications dans des revues comme *Field Crops Research* et *European Journal of Agronomy* est surprenant (**annexe 2**).

Il est intéressant de voir qu'une bonne partie des agronomes les plus productifs sont basés hors France métropolitaine, malgré l'observation faite par rapport aux faibles taux de publication en général à l'étranger par rapport à la France métropolitaine (**tableau 9**). Cette production est liée à une insertion dans une bonne équipe scientifique. L'expatriation est souvent mentionnée comme un frein à la publication au Cirad. Cependant, les agronomes les plus productifs ont considéré l'expatriation comme un atout. Le faible taux de publication en général pour les chercheurs à l'étranger est donc sans doute lié à un suivi scientifique trop réduit, voire à un isolement scientifique des agronomes sur le terrain, une situation à éviter absolument dans le futur. Il semble opportun de profiter des liens forts qui existent avec les centres du GCRAI et d'autres centres régionaux et d'augmenter le nombre d'agronomes travaillant au niveau de ces centres ou d'assurer un suivi scientifique plus rigoureux pour les chercheurs isolés.

Tableau 15. Nombre de contributions d'agronomes du Cirad aux articles en tant qu'auteur ou co-auteur par structure (total : 272). Tous articles confondus. Période : 2000-2006. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Structure	Nombre d'articles
UPR Ecosystèmes de plantations	52
UMR SYSTEM	33
UMR LSTM	31
UPR Recyclage et risque	26
UMR AMAP	24
UPR Systèmes cotonniers	15
UPR Dynamique forestière	14
UPR Systèmes de pérennes	12
UPR Bioagresseurs de pérennes	11
UPR Production fruitière	10
UPR Couverts permanents	7
UPR Agriculteurs et innovations	5
Cirad forêt-dir	4
UPR Qualité du coton	4
UPR Systèmes bananes et ananas	4
UPR Qualité produits pérennes	3
UPR Ressources forestières	3
UPR Systèmes d'élevage	3
UPR Génétique palmier	2
UPR Modélisation intégrative	2
UPR Systèmes canniens	2
UPR Agrobiodiversité en savane	1
UPR Génétique forestière	1
UPR Gestion de l'eau	1
UPR Territoire et information	1
UPR SCRID	1

3.3- Les activités d'expertise

La base de données Agritrop ne permet pas une analyse des activités d'expertise, car les rapports d'expertise n'y sont pas considérés explicitement. Toutefois, 126 documents (surtout des rapports de mission) reflètent une activité d'expertise, dont 94 au niveau plante - parcelle (ou arbre - plantation). La plupart de ces documents proviennent de l'unité de recherche Systèmes de pérennes (**tableau 16**).

Tableau 16. Nombre de documents faisant référence à une mission d'expertise par structure (total : 126). Période 2000-2006. Extraction de la base de données Agritrop le 14 février 2007.

Structure	Nombre de rapports liés à l'expertise agronomique
UPR Systèmes de pérennes	84
UPR Agriculteurs et innovations	7
UPR Systèmes canniens	7
UPR Qualité produits pérennes	4
UPR Systèmes cotonniers	4
Cirad cp-dir	3
UPR Bioagresseurs de pérennes	3
UPR Etiologie dépérissements	2
UPR Génétique palmier	2
UPR Systèmes bananes et ananas	2
Cirad sg	1
UMR BGPI	1
UPR Dynamique forestière	1
UPR Ecosystèmes de plantations	1
UPR Gestion de l'eau	1
UPR Politiques et marchés	1
UPR Production fruitière	1
UPR Recyclage et risque	1
Total	126

4- Paysage de l'agronomie hors France

Un tour d'horizon rapide de l'agronomie dans d'autres pays que la France a été réalisé à partir de la consultation de sites Internet de différentes institutions. L'objectif était de donner un aperçu de ce qui existe sans avoir la prétention d'être exhaustif : c'est pourquoi nous avons pris les exemples de l'agronomie aux Pays-Bas (Wageningen) et au niveau du système international (GCRAI, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale).

4.1- Wageningen

En Europe, les institutions d'enseignement et de recherche impliquées dans l'agriculture ou l'agronomie au sens large montrent de plus en plus l'importance de l'environnement et de la sûreté des produits agricoles (*food safety, nutrition, sustainability*). La Wageningen Agricultural University a ainsi été renommée Wageningen University and Research Center (WUR) et a donc même enlevé toute référence à l'agriculture dans sa dénomination. Son site Internet présente peu de références agricoles, au profit de références environnementales ou nutritionnelles. Cinq thèmes de recherche sont abordés en *plant sciences* : *bioscience, biodiversity and breeding, biointeractions and health, crops and chain innovations, agrosystems innovations*. L'agronomie *sensu stricto* se trouve dans deux thèmes :

- le thème *Crops and chain innovations* (qui fait, avec d'autres disciplines, le pont entre le développement végétal au début de la chaîne et la consommation des produits à la fin de la chaîne) ;
- le thème *Agrosystems innovations* (analyse, conceptualisation, développement, expérimentation et implémentation de systèmes de production innovateurs et durables).

La recherche avec les pays en voie de développement, avec un accent fort sur l'Afrique de l'Est et l'Afrique australe, est surtout menée au niveau du thème *Agrosystems innovations* en travaillant à différentes échelles (exploitation individuelle, groupes d'exploitations, région, régions écologiques, analyses mondiales). La durabilité implique l'accès aux produits demandés par les consommateurs en termes quantitatifs et qualitatifs, des revenus acceptables pour les producteurs, et le maintien des ressources naturelles avec un impact minimal sur l'environnement. Des exemples existent de travaux sur des filières et des chaînes de valeur dans des pays en voie de développement, surtout dans le domaine du café (Pérou, Vietnam). Cependant, il est important de souligner que ces travaux se poursuivent à distance, en l'absence d'une politique d'expatriation.

4.2- Les centres internationaux

Fin 2005, le Conseil scientifique du GCRAI a défini les cinq grandes priorités de recherche pour la période 2005-2015 :

1. *sustaining biodiversity for current and future generations* ;
2. *producing more and better food at lower cost through genetic improvement* ;
3. *reducing rural poverty through agricultural diversification and emerging opportunities for high-value commodities and products* ;
4. *promoting poverty alleviation and sustainable management of water, land, and forest resources* ;

5. *Improving policies and facilitating institutional innovation to support sustainable reduction of poverty and hunger.*

Ces nouvelles priorités définies par le Conseil scientifique du GCRAI marquent une véritable détermination à conduire une recherche scientifique d'excellence pour répondre aux objectifs du millénaire en matière de développement. Le Conseil scientifique souhaite que le GCRAI se focalise sur des thèmes complexes qui freinent la réduction de la pauvreté et la promotion d'une agriculture productive dans les pays en voie de développement, en utilisant des technologies modernes de recherche. Certaines activités de recherche plus classiques (*traditional crop improvement and production research*) seront abandonnées dans des régions où cela est possible (là où les partenaires nationaux sont performants). Le Conseil scientifique souhaite stimuler les centres pour abandonner des activités de développement ou des activités de recherche qui n'aboutissent pas à la production de biens publics internationaux.

Dans ces nouvelles priorités, l'agronomie se retrouve principalement dans les priorités 3 et 4. Pour la priorité 3, l'agronomie se focalise sur la gestion de filière (*supply chain management*) pour améliorer la qualité des cultures, et surtout celles à haute valeur (*high value crops*). Pour la priorité 4, l'agronomie se focalise sur les questions environnementales liées à l'utilisation des ressources naturelles en agriculture et à l'utilisation plus efficace de l'eau et d'autres intrants dans des régions à potentiel agricole différent et à différentes échelles (exploitation, bassin versant, région). Les *challenge programs* en construction — comme Bio-energy, High value crops, Oasis et Intensification and diversification — et ceux en cours — comme CP-SSA : un Futur sécurisé pour les enfants d'Afrique — demanderont des travaux agronomiques équilibrés à toutes les échelles : plante - parcelle, exploitation, territoire, filières.

Dans les centres internationaux dont le mandat est lié à des cultures spécifiques (comme l'IITA, l'ICRISAT, et l'ADRAO), l'agronomie se focalise encore souvent sur l'amélioration de la productivité des systèmes de production. Mais il existe une tendance nette à travailler sur la transformation et la commercialisation et à promouvoir un meilleur accès aux marchés et une commercialisation accrue des différents produits agricoles. L'agronomie ne joue donc plus un rôle traditionnel et intermédiaire, depuis le début de la campagne jusqu'à la récolte en visant une meilleure production, mais elle contribue activement à l'élaboration des produits de qualité pour des marchés différents. Cette tendance est très nette à l'IITA et à l'ICRISAT, et moins au niveau de l'ADRAO. IITA et ICRISAT ont aussi introduit des projets spécifiques sur des *high-value products*.

Le Tropical Soil Biology and Fertility Institut du CIAT (TSBF-CIAT) est un exemple de centre orienté sur la gestion des ressources naturelles. Le document stratégique de TSBF-CIAT (2005-2010) marque une évolution claire de son approche traditionnelle d'une gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) au niveau de la parcelle, fortement ancrée sur les processus biologiques des sols et le maintien de la qualité de la fertilité des sols. Le TSBF-CIAT pense que « *la recherche sur la gestion des ressources naturelles aura plus d'impact si les écarts entre l'investissement dans les ressources naturelles et la génération et la distribution équitables des revenus peuvent être comblés* ». La nouvelle stratégie de TSBF-CIAT propose d'étudier l'interaction entre l'accès aux ressources, les systèmes de production et l'accès aux marchés. Cinq thèmes de recherche sont menés :

1. intensification et diversification des systèmes de production ;
2. gestion des ressources génétiques et des sols pour une production et un état sanitaire des plantes améliorés ;
3. évolution de la recherche au niveau de la parcelle vers une échelle plus englobante pour aborder les défis de gestion durable des territoires ;

4. compréhension des dynamiques sociales, culturelles et de genre ;
5. construction de liens entre les producteurs et les marchés.

Au TSBF-CIAT, l'agronomie semble donc assez équilibrée, car elle se focalise sur tous les objets de recherche (parcelle, exploitation, territoire et filières).

5- Analyse de la demande en agronomie

A l'avenir, la demande en agronomie se focalisera sur l'augmentation de la productivité des facteurs limitants (terre, eau, main-d'œuvre, nutriments... : Tilman *et al.*, 2002), la transformation des produits primaires et la qualité dans les filières, tout en maintenant, voire en améliorant, la qualité des ressources naturelles.

L'agronomie d'aujourd'hui et de demain doit être flexible et capable de passer d'une échelle à l'autre (parcelle, exploitation, territoire, marchés) pour avoir une vue large sur les filières et l'impact de l'agriculture sur l'environnement. Elle doit aussi s'enrichir d'approches participatives et de techniques de négociation pour développer des réseaux d'expérimentateurs. La recherche agronomique jouera de plus en plus un rôle de facilitateur de systèmes d'innovation, en utilisant des modèles et des approches systèmes pour approfondir la connaissance et pour créer des méthodologies et des processus génériques. Elle ne s'adressera plus uniquement aux producteurs, mais de plus en plus aux autres acteurs au niveau de la filière et au niveau des prescripteurs et décideurs politiques.

Ces besoins étaient déjà largement reconnus pendant la conférence électronique organisée par le Cirad en 1999 (Malézieux et Trébuil, 2000). Cependant, pendant la période entre 2000 et 2006, les travaux d'agronomie au Cirad sont restés largement à l'échelle plante - parcelle. La demande pour l'agronomie sera importante pour les quatre objets de recherche cités (voir la partie 2.2- *L'agronomie aujourd'hui et demain*). L'**annexe 3** donne des exemples de thématiques de recherche pour ces quatre échelles spatiales, ainsi que les disciplines concernées autre que l'agronomie et les domaines d'intervention possibles.

Le Cirad devrait donc faire un effort pour retrouver un équilibre dans les objets de recherche étudiés en agronomie. Les travaux au niveau des échelles territoire et filière sont particulièrement concernés. Deux stratégies non exclusives sont envisageables :

- un renforcement de ces capacités au niveau interne, par des formations ou des recrutements ;
- un renforcement en se rapprochant des équipes de recherche nationales et internationales ayant plus d'expérience dans la recherche au niveau de ces objets de recherche (Wageningen, GCRAI...) et en consolidant les points forts de l'agronomie au Cirad (agronomie parcelle, connaissance terrain, partenariats, connaissance technique).

Cependant, il restera un très grand besoin pour l'agronomie au niveau de la parcelle, mais elle doit se focaliser sur des nouveaux défis, comme :

- l'intensification écologique des cultures à faible niveau d'intrants tout en minimisant les besoins en main-d'œuvre ;
- une meilleure efficacité d'utilisation des ressources pour des cultures déjà intensifiées afin d'améliorer ou de maintenir la qualité des ressources naturelles et pour augmenter la compétitivité des systèmes agricoles (Tilman *et al.*, 2002) ;
- l'adaptation du mode de conduite des cultures à des changements climatiques, aux besoins énergétiques et aux cultures génétiquement modifiées.

Ces nouveaux défis demanderont des changements en termes de gestion de la culture et de systèmes de culture et auront besoin d'une mobilisation importante des approches systèmes (modélisation et approches statistiques).

Les liens avec l'écologie devraient aussi être renforcés pour mieux solliciter le sol et réduire la dépendance vis-à-vis de l'apport d'intrants. Une intensification dite écologique dans les pays en voie de développement et surtout en Afrique devra être focalisée sur les synergies entre les fonctions biologiques de l'écosystème et les intrants externes, notamment les engrais minéraux (Capillon, 2007). Le défi pour l'agriculture de demain sera de réduire la dépendance vis-à-vis de l'apport d'intrants (souvent en excédent dans les pays industrialisés et les pays émergents) pour mieux solliciter le sol. Le rapprochement entre l'agronomie et l'écologie peut stimuler d'autres manières de produire pouvant faire l'objet de certification et être intégrées au sein de labels de qualité, donnant un meilleur positionnement sur le marché (Capillon, 2007). Cependant, de telles approches peuvent aussi avoir des effets néfastes, par une protection des marchés de certains pays industrialisés sous le prétexte que les produits importés n'ont pas une qualité certifiée (Veena Jha, 2006).

6- Conclusion et propositions

Une analyse des ressources humaines impliquées dans l'agronomie au Cirad et leur production écrite montre des points forts et des points faibles :

- points forts : l'agronomie au niveau de la parcelle, la connaissance du terrain, l'expertise technique, les partenariats ;
- point faibles : déséquilibre au niveau des échelles spatiales et des objets étudiés, faible utilisation d'approches participatives, production écrite qui ne se traduit pas en articles de revues à facteurs d'impact.

Cette analyse montre aussi que la population d'agronomes au Cirad est composée de trois grands groupes :

- des ingénieurs agronomes entre 50 et 65 ans, travaillant surtout au niveau de la parcelle et dans le domaine de l'expertise ; ils n'ont pas l'habitude de publier dans des revues à facteur d'impact et ils n'ont pas été formés ni recrutés pour le faire ;
- des chercheurs agronomes entre 40 et 50 ans qui publient, souvent en utilisant des approches systèmes, mais en restant encore au niveau de la parcelle ;
- des jeunes agronomes (moins de 40 ans), parfois avec une bonne production scientifique, liée à l'environnement scientifique dans lequel ils se trouvent.

L'agronomie au Cirad apparaît donc déséquilibrée, avec beaucoup de travaux au niveau parcelle et un taux de publication faible. Un tiers des 154 articles de revues à facteur d'impact liées à l'agronomie recensées dans la période 2000-2006 concernent des sujets mono-disciplinaires (comme l'écophysiologie).

Le Cirad devrait donc faire un effort pour retrouver un équilibre dans les objets de recherche étudiés en agronomie. Les travaux aux échelles territoire et filière sont particulièrement concernés. Deux stratégies non exclusives sont envisageables :

1. un renforcement de ces capacités au niveau interne par des formations ou des recrutements ;
2. un renforcement en se rapprochant des équipes de recherche nationales et internationales ayant plus d'expérience dans la recherche au niveau de ces objets de recherche (Wageningen, GCRAI...) et en consolidant les points forts de l'agronomie

au Cirad (agronomie parcelle, connaissance terrain, partenariats, connaissance technique).

L'agronomie au niveau de la parcelle n'est pas mise en cause, mais elle pourrait être focalisée sur des nouveaux défis, comme l'adaptation des modes de conduites des cultures à des changements climatiques, aux cultures génétiquement modifiées et aux besoins énergétiques et environnementaux (bioénergie et biomatériaux).

Concernant la première stratégie et le besoin de renouvellement de la force agronomique au Cirad, il est recommandé de recruter des agronomes ayant :

- une expérience en évaluation des impacts environnementaux de systèmes agricoles et en modélisation de la dynamique des ressources (eau, nutriments, polluants) dans l'espace et dans le temps dans les systèmes agricoles ;
- (et/ou) une expérience dans les domaines des approches participatives, des techniques de négociation et des approches systèmes et une sensibilité certaine dans les domaines des marchés et des filières pour véritablement animer des processus d'innovation.

Des formations ou séminaires de discussions par rapport aux approches participatives et à l'utilisation de la modélisation sont également recommandés.

Concernant la deuxième stratégie, pour consolider la force du Cirad au niveau parcelle, il est recommandé de recruter des agronomes ayant des connaissances pluridisciplinaires, notamment en écologie, et l'expérience des approches participatives et des approches systèmes pour la conception et l'évaluation des modes de gestion et des systèmes de culture répondant aux nouveaux défis cités plus haut.

Dans tous les cas, il est primordial de placer les nouveaux recrutés dans un bon environnement scientifique, dans un centre international ou avec un appui scientifique régulier de haut niveau, et à proximité du terrain — l'agronomie est une discipline d'action !

Références bibliographiques

- Capillon, A., 2007. Nouvelles tendances pour l'agriculture mondiale : concilier l'environnement et la productivité. *Revue ASAS*. No 1, 2007, 12 pp.
- Caron, P., 2005. A quels territoires s'intéressent les agronomes ? Le point de vue d'un géographe tropicaliste. *Natures Sciences Sociétés* 13, 145-153.
- Chevassus-au-Louis, B., 2006. Refonder la recherche agronomique : leçons du passé, enjeux du siècle. Leçon inaugurale du groupe ESA, Angers, 27 septembre 2006.
- Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., et Roger-Estrade, J., 2006. *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae c/o Inra, RD 10, 78026 Versailles Cedex, 367 pp.
- Dugué, P., Vall, E., Magalie, C., Bertrand, M., Olina, J.P., Seugé, C., 2004. Les paysans innovent, que font les agronomes ? Le cas des systèmes de culture en zone cotonnière du Cameroun. *Entretiens du Pradel 2004. Agronome et Innovations*, pp. 1 - 14.
- Fairbanks, M., Lindsay, S., 1997. *Plowing the sea. Nurturing the hidden sources of growth in the developing world*. Harvard Business School Press, pp. 289.
- Le Bail et Martin, P., 2006. Introduction – Approche agronomique des systèmes techniques pertinents dans les questions d'environnement et de qualité des produits. Dans : Dorée, T et al. (Éditeurs) : *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae c/o Inra, RD 10, 78026 Versailles Cedex ; pp. 251 – 252.
- Maatman, A., Wopereis, M.C.S., Debrah, K.S., Groot, J.J.R., 2007. From thousands to millions: accelerating agricultural intensification and economic growth in sub-Saharan Africa. In: A. Bationo, B. Waswa, J. Kihara and J. Kimetu (editors). *Advances in integrated soil fertility management in sub Saharan Africa: challenges and opportunities*. (Springer, in press).
- Manichon, H., 1996. *L'agronomie au Cirad-ca : analyse et propositions*. Document interne. Cirad, TA 179 / 04, 34398 Montpellier, Cedex 5, France ; 86 pp.
- Malézieux, E. et Trébuil, G., 2000. *L'agronomie et la gestion de l'environnement et des ressources naturelles au Cirad*. Documents de la direction scientifique no. 1. Cirad, TA 179 / 04, 34398 Montpellier, Cedex 5, France ; 55 pp.
- Rapidel, B., Letourmy, P., Wopereis, M.C.S., 2006. Conception et évaluation de systèmes de cultures : apports et limites des modèles de simulation. *Comptes rendus de l'atelier du 01 septembre 2006*. Document interne Cirad, 5 pp.
- Sebillotte, M., 2006. Préface. Dans : Dorée, T et al. (Éditeurs) : *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae c/o Inra, RD 10, 78026 Versailles Cedex ; pp. 1 – 21.
- The World Bank, 2006. *Enhancing agricultural innovation: how to go beyond the strengthening of research systems*. ISBN 0-8213-6741-2 ; The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA ; 157 pp.
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671 – 677.
- Veena Jha, 2006. *Environmental regulation and food safety. Studies of protection and protectionism*. IDRC, ISBN 1-55250-185-X, 250pp.

Annexe 1. Termes de référence de l'analyse de l'agronomie au Cirad

Contexte

Un nombre important d'agronomes partira à la retraite dans les deux ou trois ans à venir. Une analyse est nécessaire pour identifier les besoins de renouvellement de cette force.

Etapes

1. Inventorier le paysage actuel de l'agronomie au Cirad (consultation, entre autres, de MM. Manichon, Pichot, Malezieux, et des documents de référence, comme relance stratégique 2000, groupe de réflexion agronomie DS, projets scientifiques des unités de recherche concernées par l'agronomie, etc.)
2. Inventorier le paysage actuel de l'agronomie hors Cirad (INRA, IRD, GCRAI, WUR...)
3. Analyser les forces et les faiblesses de l'agronomie au Cirad
4. Identifier la nouvelle force agronomique nécessaire (compétences, terrains, collaborations...)
5. Rédiger un rapport provisoire avec des recommandations préliminaires
6. Faciliter un *brainstorming* autour du rapport
7. Rédiger un rapport final

Résultats attendus

1. Rapport provisoire avec des recommandations préliminaires (disponible fin mars 2007)
2. Présentation du rapport et *brainstorming* (début avril 2007)
3. Rapport final (mi avril 2007)

Annexe 2. Liste des revues utilisées par les agronomes du Cirad

Toutes publications confondues : 95 revues, 196 articles. Publications liées à l'agronomie : 74 revues ; 154 articles.

Titre de la revue	Nombre d'articles dans la revue	Nombre d'articles liés à l'agronomie dans la revue
Acta botanica gallica	3	3
Acta oecologica	2	1
African entomology	1	1
Agricultural and forest meteorology	2	2
Agricultural systems	1	1
Agricultural water management	3	3
Agriculture, ecosystems and environment	1	1
Agricultures	9	8
Agroforestry systems	1	0
Agronomie	4	4
Agronomy for sustainable development	2	2
American journal of botany	1	1
Animal feed science and technology	1	0
Annals of botany	16	16
Annals of forest science	10	6
Applied and environmental microbiology	1	1
Aquatic botany	1	0
Arid land research and management	1	1
Atmospheric environment	1	1
Australian journal of experimental agriculture	1	1
Biological conservation	1	0
Biology and fertility of soils	3	1
Biosystems	2	0
Botanical journal of the Linnean society	1	0
Canadian journal of botany	5	5
Canadian journal of forest research	1	0
Chemosphere	1	1
Colloids and surfaces	1	0
Communications in soil science and plant analysis	1	1
Compost science and utilization	1	1
Compte rendus biologies	1	1
Computers and electronics in agriculture	2	2
Comptes rendus de l'académie des sciences	1	0
Crop protection	2	2

Titre de la revue	Nombre d'articles dans la revue	Nombre d'articles liés à l'agronomie dans la revue
Cryptogamie mycologie	1	0
Ecological modeling	6	6
Ecology and Society	1	0
Environmental conservation	1	0
Environmental science and technology	1	1
Euphytica	1	1
European journal of agronomy	1	1
European journal of soil biology	1	1
Experimental agriculture	4	2
Field crops research	2	2
Forest ecology and management	15	11
Functional plant biology	2	2
Genetic resources and crop evolution	2	2
Geoderma	3	3
Global change biology	2	2
Journal of agricultural engineering research	1	0
Journal of artificial societies and social simulation	1	1
Journal of biotechnology	1	1
Journal of environmental quality	1	1
Journal of experimental botany	1	1
Journal of food science	1	1
Journal of geochemical exploration	1	1
Journal of horticultural science and biotechnology	3	3
Journal of hydrology	2	2
Journal of irrigation and drainage engineering	1	1
Journal of plant physiology	1	1
Journal of the science of food and agriculture	1	1
Journal of theoretical biology	1	1
Journal of tropical ecology	1	1
Langmuir	4	0
Microbial ecology	1	1
Molecular Ecology	1	0
Molecular plant microbe interactions	1	0
Mycopathologia	1	1
Mycorrhiza	3	3
New forests	1	1
New phytologist	1	1
Nutrient cycling in agroecosystems	1	1
OCL. Oléagineux corps gras lipides	5	4
Pesquisa agropecuária brasileira	1	1
Phytopathology	1	1

Titre de la revue	Nombre d'articles dans la revue	Nombre d'articles liés à l'agronomie dans la revue
Plant and soil	2	2
Plant cell reports	1	0
Plant molecular biology	1	0
Plant pathology	1	1
Plant science	1	0
Remote sensing of environment	2	2
Review of Palaeobotany and Palynology	2	2
Revue d'écologie	2	1
Science of the total environment	1	1
Scientia horticulturae	1	1
Soil and tillage research	1	1
Soil biology and biochemistry	1	1
Soil use and management	1	1
Theoretical and applied genetics	3	0
Tree physiology	4	4
Trees - Structure and function	2	2
Tropical Agriculture	1	1
Water resources research	1	1
World journal of microbiology and biotechnology	2	2
Total	196	154

Annexe 3. Exemples de méthodes, d'outils et de thématiques de recherche par objet de recherche

Quelques disciplines concernées autres que l'agronomie sont mentionnées en italique dans la colonne *Thématiques de recherche*.

Objet de recherche, échelle spatiale	Exemples de méthodes et d'outils	Exemples de thématiques de recherche
Plante - parcelle	<p>Enquêtes sur les facteurs limitants, ou réduisant les rendements, et sur les pratiques agricoles ; comparaison de la performance et de l'état des ressources naturelles des parcelles ayant une histoire de gestion différente...</p> <p>Expérimentation contrôlée et en milieu réel</p> <p>Dispositif d'observation long terme</p> <p>Modélisation : croissance et développement ; fluxes des polluants ; évolution de la matière organique dans le sol...</p> <p>Approches participatives : écoles paysannes, conseil de gestion...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intensification écologique des cultures à faible niveau d'intrants (meilleure exploitation des capacités inhérentes écologiques du sol et meilleure synergie avec l'utilisation d'engrais minéraux) tout en minimisant les besoins en main-d'œuvre 2. Meilleure efficacité d'utilisation des ressources (sol, eau, nutriments, main-d'œuvre) pour des cultures déjà intensifiées, dans le but d'améliorer ou de maintenir la qualité des ressources naturelles et pour augmenter la compétitivité des systèmes agricoles 3. Adaptation du mode de conduite des cultures à des changements climatiques (radiation solaire, température, niveaux de CO₂ et O₃, pluviométrie) 4. Adaptation du mode de conduite des cultures aux besoins énergétiques 5. Adaptation du mode de conduite des cultures génétiquement modifiées <p>➔ Changements en termes de gestion de la culture (variété, dates de démarrage de la campagne, type de labour, gestion de l'eau, des nutriments, des prédateurs)</p> <p>➔ Changements en termes de systèmes de culture (diversification, rotation, préparation des terres).</p> <p><i>Autres disciplines concernées : physiologie, amélioration variétale, science du sol, biologie, protection des plantes, sciences sociales...</i></p>

(suite annexe 3)

Objet de recherche, échelle spatiale	Exemples de méthodes et d'outils	Exemples de thématiques de recherche
Parcelle - exploitation	<p>Expérimentation en milieu réel</p> <p>Modélisation (d'exploitation, multi-agents)</p> <p>Formation en techniques de facilitation, de négociation et d'organisation</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variabilité en termes d'accès aux ressources et stratégies de production entre exploitations 2. Analyse des relations entre exploitation agricole et les acteurs de son environnement proche (recherche et développement, communautés rurales, les filières et leur organisation) 3. Conception des innovations sociotechniques et organisationnelles 4. Développement des options de systèmes de production au niveau d'exploitations en fonction d'objectifs économiques et environnementaux et entraînant une meilleure utilisation des ressources (sol, eau, main d'œuvre, capital) 5. Aide à la décision pour les producteurs pour équilibrer l'allocation des ressources pour des besoins immédiates de productivité et les besoins à long terme de durabilité <p><i>Autres disciplines concernées : économie, sociologie</i></p>
Parcelle - territoire	<p>Expérimentation en milieu réel</p> <p>Dispositif d'observation long-terme</p> <p>Modélisation (Analyse de cycle de vie, couplage des modèles)</p> <p>SIG et télédétection</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluation des impacts environnementaux de systèmes agricoles 2. Fonctionnement hydrologique et pédologique des paysages agricoles 3. Effets agronomiques et environnementaux de l'utilisation des déchets agricoles 4. Dynamique des ressources (surtout eau et nutriments) dans l'espace et dans le temps dans des systèmes agricoles, en interaction avec d'autres ressources comme la main-d'œuvre <p><i>Autres disciplines concernées : hydrologie, science du sol, économie</i></p>

(suite annexe 3)

Objet de recherche, échelle spatiale	Exemples de méthodes et d'outils	Exemples de thématiques de recherche
Filière - chaîne valeur	<p>Image contexte ; enquêtes de marché et d'acteurs ; analyse d'acteurs ; analyse des forces, faiblesses, opportunités, menaces</p> <p>Modèles de simulation multiagents</p> <p>Formation en techniques de facilitation, de négociation et d'organisation</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Développement des chaînes de valeur (gagner de la valeur ajouté au sein des clusters d'acteurs) 2. Ingénierie reverse (la qualité ciblée des produits transformés déterminent la recherche au niveau du mode de conduite des cultures) 3. Meilleure organisation des acteurs de la filière (<i>supply chain management</i>) 4. Analyse et développement des marchés locaux et régionaux 5. Développement des <i>clusters agri-business</i> <p><i>Autres disciplines concernées : sociologie, économie, ingénierie de la transformation (processus et procédés)</i></p>